

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та санітарної
техніки

03-02-400

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять та виконання самостійної роботи
з навчальної дисципліни «Інженерне обладнання будівель»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського)
рівня усіх освітньо-професійних програм спеціальностей
НУВГП всіх форм навчання

Схвалено науково-
методичною радою
НУВГП

Протокол № 3
від 23 квітня 2020 р.

Рівне - 2020

Методичні вказівки до практичних занять та виконання самостійної роботи з навчальної дисципліни «Інженерне обладнання будівель» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня усіх освітньо-професійних програм спеціальностей НУВГП всіх форм навчання [Електронне видання] / Кравченко Н. В., Кравченко В. С. - Рівне : НУВГП, 2020. - 25 с.

Укладачі: Кравченко Н. В., канд. техн. наук, доцент кафедри теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки;
Кравченко В. С., канд. техн. наук, доцент кафедри теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки.

Відповідальний за випуск: Кізеєв М. Д., канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки.

Вчений секретар науково-методичної ради Костюкова Т. А.

© Кравченко Н. В.,
Кравченко В. С., 2020
© НУВГП, 2020

Зміст

Вступ	3
Визначення розрахункових витрат води на господарсько-побутові потреби в окремому житловому будинку.....	4
Трасування внутрішніх водопровідних мереж. Побудова схеми водопроводу.....	6
Проектування та розрахунок внутрішньої каналізації. Трасування, побудова схеми каналізації, розрахунок каналізаційних стояків.....	8
Проектування (трasuвання, схема) внутрішнього газопроводу. Визначення розрахункової кількості газу для житлового будинку.....	13
Проектування і розрахунок внутрішніх водостоків будинку.....	15
Визначення втрат тепла в приміщеннях і будівлі в цілому. Проектування (трasuвання, схема) системи водяного опалення.....	17
Проектування (визначення місця розташування каналів природної вентиляції, побудова схеми вентканалів) системи природної вентиляції будинку.....	19
Теми для самостійної роботи.....	22
Література.....	23

Вступ

Методичні вказівки допоможуть здобувачам вищої освіти першого (бакалаврського) рівня у підготовці до практичних занять, рішенні контрольних вправ та виконанні самостійної роботи при вивченні дисципліни «Інженерне обладнання будівель».

Метою практичних занять з дисципліни "Інженерне обладнання будівель" є формування у майбутніх фахівців умінь і знань з основ проектування, монтажу та експлуатації внутрішніх інженерних систем житлових і промислових об'єктів та споруд.

У методичних рекомендаціях наведені формули та методика розрахунків і проектування внутрішніх систем будівель за варіантами відповідно основних тем, що може бути використано для самостійного опрацювання, закріплення та поглиблення засвоєного під час аудиторних занять навчального матеріалу.

Варіант завдання кожен студент обирає відповідно до порядкового номера у спискові групи. Індивідуальні практичні завдання видає викладач.

Практичне заняття включає розв'язування задач та їх обговорення.

Поточний контроль знань здійснюють на практичних заняттях шляхом перевірки вирішення задач та захисту виконаної самостійної роботи. У ході практичних занять і самостійної роботи студенти повинні засвоїти методику розрахунків та проектування інженерних систем будівель, використовувати нормативну, науково-технічну літературу, Internet, комп'ютерне програмне забезпечення.

Визначення розрахункових витрат води на господарсько-побутові потреби в окремому житловому будинку

Для гідравлічного розрахунку водопроводів і визначення їх параметрів використовують такі розрахункові витрати холодної та гарячої води [1, п.5.1]:

- середні (за рік) добові витрати води, $\text{м}^3/\text{добу}$;
- максимальні добові витрати, $\text{м}^3/\text{добу}$;
- максимальні годинні витрати, $\text{м}^3/\text{год}$;
- мінімальні годинні витрати, $\text{м}^3/\text{год}$;
- максимальні секундні витрати, л/с .

Розрахункові витрати питної води (загальної, холодної та гарячої в режимі водорозбору) у водопроводах визначають залежно від [1, п.5.2]:

- а) питомої розрахункової витрати води, л/год , віднесеної до одного споживача або санітарно-технічного приладу;
- б) кількості споживачів або від кількості санітарно-технічних

приладів.

в) кількості споживачів води у житлових і багатоквартирних будівлях згідно з [1, додаток А, табл. А.6-А.9].

Розрахункові середні добові витрати, м³/добу, для різних споживачів приймають відповідно до [1, додаток А, табл.А.1-А.2]: загальна Q_T^{tot} , гаряча Q_T^h , холодна Q_T^c .

Максимальні добові витрати води (загальна Q_{max}^{tot} , гаряча Q_{max}^h , холодна Q_{max}^c), м³/добу, визначають за формулою:

$$Q_{max} = Q_T \cdot k_d, \quad (1)$$

де k_d - коефіцієнт максимальної добової нерівномірності, який приймають залежно від кількості приладів (N) або споживачів (U) та середніх годинних витрат води (q_T) за [1, додаток А, табл.А.4].

Середні годинні витрати води (загальна q_{max}^{tot} , гаряча q_{max}^h , холодна q_{max}^c), м³/год, визначають за формулою:

$$q_T = \frac{Q_T}{T}, \quad (2)$$

де T - тривалість подачі води протягом доби, год. За цілодобової подачі води T = 24 години.

Максимальні годинні (загальна q_{hr}^{tot} , гаряча q_{hr}^h , холодна q_{hr}^c), м³/год, та секундні (загальна q^{tot} , гаряча q^h , холодна q^c) витрати, л/с, води визначають відповідно до [1, додаток А, табл.А.5-А.9].

Розрахункові мінімальні годинні витрати води (загальна $q_{hr\ min}^{tot}$, гаряча $q_{hr\ min}^h$, холодна $q_{hr\ min}^c$), м³/год, визначають за формулою:

$$q_{hr\ min} = q_T \cdot k_{min}, \quad (3)$$

де k_{min} - приймають згідно з [1, табл.1] залежно від величини k_{max} .

Таблиця 1 [1]

k_{max}	1	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	>3,0
k_{min}	1	0,74	0,54	0,40	0,29	0,21	0,14	0,10	0,07	0,04	0,02

Детальніше про розрахунки витрат води для господарсько-побутового споживання в житловому будинку наведено в [1, п.5; 5, ст. 19-33].

Для житлових і громадських будівель, а також адміністративно-побутових будівель виробничих підприємств, необхідність влаштування внутрішнього протипожежного водопроводу, кількість струменів та мінімальну витрату води одним струменем на пожежегасіння потрібно визначати відповідно до [1, табл.3].

Розрахунок витрат води на пожежегасіння слід здійснювати згідно з [1, п.п.6,8; 2-4].

Трасування внутрішніх водопровідних мереж. Побудова схеми водопроводу

Проектування внутрішніх водопровідних мереж слід починати від водорозбірних приладів (попередньо вибравши систему і схему внутрішнього водопроводу). На плані поверху позначають місця прокладання стояків і підведень до приладів. Стояки, які запроектовані на плані типового поверху, переносять на план підвалу і проектують магістральну мережу водопроводу, яка з'єднає всі стояки і водомірний вузол.

Після трасування мереж будують схему внутрішнього водопроводу. Схему викреслюють в масштабі планів поверху і на ній позначають умовними позначеннями всі трубопроводи, прилади, запірно-регулювальну, змішувальну та водорозбірну арматуру, зворотні клапани, регулятори тиску і витрати води. Умовні позначення елементів внутрішніх систем водопостачання наведені в [6-8]. Схему водопостачання викреслюють з урахуванням того, що:

- лінії трубопроводів, орієнтовані на планах по осі абсцис, викреслюють горизонтально;

- вертикально розміщені на планах лінії трубопроводів викреслюють з кутом нахилу 45^0 проти годинникової стрілки без спотворень;
- стояки і вертикальні ділянки підведень до водорозбірної арматури викреслюють вертикальними лініями.

Для чіткості читання схеми дозволено показувати приєднання санітарно-технічних приладів до стояка лише на останньому поверсі, на решті поверхів – тільки фасонні частини для приєднання трубопроводів.

На виконаній схемі вибирають розрахунковий напрямок (від вводу до найвіддаленішого і найвище розташованого водорозбірного пристрою - диктуючого) і розбивають його на розрахункові ділянки. На схемі проставляють номери розрахункових точок (1, 2, 3...) і довжини розрахункових ділянок. Ділянки нумерують за вузловими точками (1-2, 2-3...). Нумерацію точок слід проводити, починаючи від найвіддаленішої і найвищої точки водорозбору, йдучи проти руху води до водомірного вузла. Діаметри труб на ділянках проставляють після розрахунку. Крім того, на схемі повинні бути проставлені позначки поверхні землі біля будинку, підлоги підвалу, вводу, чистої підлоги поверхів, найвищого і найвіддаленішого від вводу водорозбірного крана, прийнятого в розрахунок, під'єднань до стояків. Якщо у схемі водопостачання є насоси, то вказують позначку осі насоса.

Лічильники води слід установлювати на вводах трубопроводів холодного і гарячого водопроводу в кожную будівлю (споруду), у кожную квартиру житлових будинків і на відгалуженнях трубопроводів в будь-які нежитлові приміщення, вбудовані або прибудовані до житлових, виробничих або громадських будівель. Встановлення лічильників води повинно відповідати вимогам [1, п.13]. Втрати тиску в лічильниках води визначають при розрахункових секундних витратах води згідно з технічною документацією на лічильники.

Вимоги щодо проектування систем водопостачання з прикладом гідравлічного розрахунку мережі наведені в [5, ст.132-162], основи трасування внутрішніх водопровідних мереж

наведені в [9, ст.162-165; 10, ст.39-43]. Всі розрахунки і креслення повинні бути виконані згідно з [1, частина I].

Вимоги щодо проектування вводів та засобів для вимірювання витрат води наведені в [1, п.13; 5, ст.136-139; 9, ст.159-162; 10, ст.33-39].

Проектування та розрахунок внутрішньої каналізації. Трасування, побудова схеми каналізації, розрахунок каналізаційних стояків

Відведення стічних вод слід передбачати закритими самопливними трубопроводами. Ділянки системи каналізації потрібно прокладати прямолінійно. Труби прокладають з похилом в сторону стояка. Для приєднання відвідних трубопроводів до стояка передбачають косі хрестовини і трійники та, як виняток, двоплощинні хрестовини. Приєднання стояків до горизонтальних трубопроводів у будівлях висотою більше 73,5 м виконують плавно за допомогою трьох відведень по 30° або чотирьох по 22,5°, а для інших будівель з меншою умовною висотою - двома відведеннями по 45°. Стояки розташовують біля приймачів стічних вод відкрито біля стін або приховано - в монтажних шахтах, блоках, кабінах (ближче до унітазів). Не слід розміщувати стояки біля перегородок, що відділяють санвузли від житлових кімнат, маючи на увазі шум води, що виникає при роботі санприладів. Заборонено приєднувати санітарно-технічні прилади, розташовані на одному поверсі в різних квартирах, до одного відвідного трубопроводу. Прокладання каналізаційних мереж може бути відкрите і приховане. Не допускають прокладання внутрішніх каналізаційних мереж в житлових кімнатах, кухнях, спальнях, дитячих закладах, лікарняних палатах та приміщеннях з особливим санітарним режимом.

Витяжну частину каналізаційного стояка виводять через покрівлю або збірну вентиляційну шахту будівлі (споруди) на висоту [1, п.19.17]: від плоскої, яку не експлуатують, і скатної покрівлі – 0,2 м; обрізу збірної вентиляційної шахти – 0,1 м.

Витяжна частина каналізаційного стояка повинна бути віддалена від вікон, які відкривають, і балконів на менш ніж на 4 м (по горизонталі). Діаметр витяжної частини окремого стояка повинен бути рівний діаметру його стічної частини. Встановлення в усті витяжної частини стояка аеродинамічних опорів у вигляді дефлекторів (флюгарка, простий ковпак тощо) не допускають. Заборонено з'єднувати витяжну частину каналізаційних стояків із вентиляційними системами та димоходами.

Висота витяжної частини на експлуатованих покрівлях повинна бути не менше ніж 3 м, але при цьому витяжка повинна об'єднувати не менше 4-х стояків. За неможливості виконання цієї умови каналізаційні стояки не потрібно виводити вище покрівлі – кожен стояк повинен закінчуватися вентиляційним клапаном (що пропускає повітря тільки в один бік – у стояк), який встановлюють в усті стояка над підлогою поверху, де розміщені найвище розташовані прилади і обладнання. Аналогічні рішення потрібно приймати у всіх випадках, коли каналізаційні гази від стояків необхідно відвести із зони перебування людей.

На мережах внутрішньої побутової та виробничої каналізації потрібно передбачати встановлення ревізій або прочисток [1, п.19.24]:

а) на стояках за відсутності на них відступів – у нижньому та верхньому поверхах, а за наявності відступів – також і у вище розташованих над відступами поверхах, на висоті 1 м від підлоги до центру ревізії, але не менше ніж 0,15 м вище борту приєднуваного приладу;

б) у житлових будинках висотою 5 поверхів і більше – не рідше ніж через три поверхи;

в) на початку ділянок (за рухом стоків) відвідних труб при числі приєднаних приладів 3 і більше, під якими немає пристроїв для очищення;

г) на поворотах мережі – при зміні напрямку руху стоків, якщо ділянки трубопроводу не можуть бути очищені через інші ділянки;

д) на випусках;

е) на стояках, які проходять транзитом через вбудовані приміщення та приміщення підприємств громадського харчування. При цьому ревізію необхідно встановлювати на верхніх поверхах;

ж) у прохідних тунелях.

На горизонтальних ділянках мережі каналізації допустимі нормативні відстані між ревізіями або прочистками слід приймати згідно з [1, табл.8].

Замість ревізії на підвісних лініях мереж каналізації, які прокладають під стелею, потрібно передбачати встановлення прочисток, які виводять у поверх, що розташований вище, з влаштуванням лючка в підлозі або відкрито залежно від призначення приміщення.

Ревізії і прочистки необхідно встановлювати в місцях, зручних для їх обслуговування.

У побутових приміщеннях допускається передбачати прокладання труб на глибині 0,1 м від поверхні підлоги до верху труби.

Збірні горизонтальні каналізаційні трубопроводи, що об'єднують стояки і випуск, прокладають у підвалах, технічному підпіллі або каналах. Всі каналізаційні стояки будинку рекомендовано об'єднувати у групи, до яких входять близько розташовані один біля одного стояки. Для кожної групи проектуєть один випуск. Всі випуски слід направляти за межі стін дворових фасадів (тобто в сторону розташування під'їздів) і підключати до дворової каналізації. Діаметр і уклон випуску слід визначати розрахунком.

Найменшу глибину закладання каналізаційних труб приймають за умови забезпечення захисту труб від руйнування під дією постійних і тимчасових навантажень, але не меншою ніж глибина промерзання ґрунту.

Довжина випуску від стояка або прочистки до осі оглядового колодязя повинна бути не більше вказаної в [1, табл.9]. При довжині випуску більше довжини, вказаної в таблиці, необхідно передбачити влаштування додаткового

оглядового колодязя.

Проектування трубопроводів внутрішньої каналізації в здійснюють у тій же послідовності, що і внутрішнього водопроводу. При цьому дотримуються всіх правил побудови схеми каналізації та вказують всі фасонні частини, гідрозатвори, прочистки і ревізії.

Перед побудовою схеми каналізації слід графоаналітичним методом обчислити відмітки, на яких розташовані окремі елементи каналізації, верх витяжної труби, фасонні частини для приєднання труб до стояка, положення випуску і дворового колодязя. Для чіткості читання схеми дозволено показувати приєднання санітарно-технічних приладів до стояка лише на останньому поверсі, на решті поверхів – тільки фасонні частини для приєднання відвідних труб.

Умовні позначення елементів внутрішніх систем каналізації наведені в [6,8].

Вимоги щодо проектування систем внутрішньої каналізації наведені в [1, п.19; 5, с.206-209, 219; 9, с.212-234; 10, с.178-196].

Розрахунок мереж внутрішньої каналізації полягає у визначенні діаметрів трубопроводів, похилів труб та перевірки пропускної здатності труб. Правильно запроектована мережа забезпечує нормальне водовідведення розрахункових витрат стічних вод.

Для стояків систем каналізації розрахунковою витратою є максимальна секундна витрата від приєднаних до стояка санітарно-технічних приладів, які не спричиняють зриву гідрозатворів будь-яких видів санітарно-технічних приладів (приймачів стічних вод). Цю витрату, л/с, належить визначити як суму розрахункової максимальної секундної витрати стічних вод від всіх санітарно-технічних приладів, від яких стоки надходять у стояк, q^{tot} , відповідно до вимог [1, п.5.1] і розрахункової максимальної секундної витрати стічних вод від приладу з максимальною витратою, $q_0^{s,2}$ [1, додаток А, табл.А.3]:

$$q^s = q^{tot} + q_0^{s,2}. \quad (4)$$

Для горизонтальних відвідних трубопроводів систем каналізації розрахунковою витратою слід вважати витрату, л/с, значення якої обчислюють залежно від кількості санітарно-технічних приладів N , які приєднані до проекрованої ділянки трубопроводу довжиною L , м, за формулою:

$$q^{sL} = \frac{q_{hr}^{tot}}{3,6} + k_s \cdot q_0^{s,2}, \quad (5)$$

де q_{hr}^{tot} - загальна максимальна витрата води за годину, м³/год; k_s - коефіцієнт, який приймають згідно з [1, табл.2].

Гідравлічний розрахунок каналізаційних стояків доцільно виконувати в табличній формі (табл. 2).

Таблиця 2

Розрахунок каналізаційних стояків

№№ стояків	N	q_T^c , л/год	Розрахункові витрати, л/с			Діаметр поверхових відвідних труб, мм	Кут підключення до стояка	Діаметр стояка, мм	Пропускна здатність стояка, л/с
			q^{tot}	$q_0^{s,2}$	q^s				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

В житлових будинках, де використовують стандартні приймачі стічних вод, поверхові відвідні трубопроводи приймають без розрахунку. Відвідні лінії від унітазів приймають діаметром 100 (110) мм, а від решти санітарних приладів - 40 або 50 мм. При проектуванні відвідних ліній призначають похил в сторону стояка (для $d = 40-50$ мм $i = 0,035-0,025$, для $d = 90-110$ мм $i = 0,02-0,012$).

При встановленні в кухнях посудомийних і пральних машин, а також мийок рекомендовано діаметр стояка приймати не менше 70 (90) мм. Мінімальний діаметр стояка при приєднанні одного унітаза приймають 100 мм. По всій висоті каналізаційні стояки приймають однакового діаметра, враховуючи, що діаметр стояка не може бути меншим, ніж

найбільший діаметр поверхових відвідних труб, що приєднані до цього стояка.

Пропускну здатність каналізаційних стояків слід перевіряти за [1, табл.11-17].

Вимоги щодо розрахунку систем внутрішньої каналізації наведені в [1, п.5,19,20; 5, с.209-212, 215-219].

Проектування (трасування, схема) внутрішнього газопроводу. Визначення розрахункової кількості газу для житлового будинку

Система газопостачання будинку складається з газопроводу-вводу, ввідного газопроводу, стояків, квартирних розведень, газових приладів і арматури. Внутрішні газопроводи проектують із сталевих труб.

Вводи газопроводів в житлові будинки необхідно передбачати в нежитлові приміщення, доступні для огляду і обслуговування. В індивідуальних житлових будинках допускають ввід газопроводу у житлові приміщення, де встановлене газове обладнання, за умови влаштування додаткових вимикальних пристроїв зовні будинку [11, п.7.4]. Газопроводи не повинні проходити через фундаменти та під фундаментами будинків [11, п.7.5].

Згідно з [11, п.9.2] розміщення обладнання, що використовує газ, не допускають:

- у коридорах загального користування;
- у санітарних вузлах;
- у гуртожитках з тимчасовим проживанням;
- у приміщеннях будь-якого призначення, незабезпечених пристроями для припливу повітря;
- у підвальних приміщеннях.

Приєднання до газопроводу побутових газових приладів здійснюють за допомогою гнучких рукавів довжиною не більше 2 м. У місцях приєднання до газопроводу та обладнання гнучкі рукави надягають на гофровані металеві наконечники із

закріпленням їх металевими хомутами [11, п.9.4].

Прокладання газопроводів всередині будинків та споруд, як правило, передбачають відкритим.

Прокладання газопроводів необхідно здійснювати нежитловими приміщеннями. Для захисту газопроводів від пошкоджень в місцях перетину труб з будівельними конструкціями встановлюють футляри (гільзи), кінці яких повинні виступати не менше ніж на 3 см від перекриття. Зазор між футляром і трубою старанно герметизують.

Прокладання газопроводів в місцях проходу людей передбачають на висоті не менше 2,2 м від підлоги [11, п.9.14].

Вимоги щодо влаштування внутрішніх газопроводів в житлових будинках наведені в [11, п.п.9.26-9.49], в громадських будинках - [11, п.п.9.50-9.57].

Квартирне газове розведення призначене для подавання газу від стояків до газових приладів і складається з розподільних трубопроводів і спусків до приладів. Перед кожним газовим приладом на спуску на висоті 1,5 м від підлоги встановлюють запірну арматуру - корковий чи кульовий кран. Для обліку газу необхідно передбачати лічильник газу. Вимоги щодо встановлення вузлів обліку газу наведені в [11, п.п.9.96-9.102].

Перед початком розрахунку будують схему внутрішніх газових мереж, на якій вибирають розрахунковий напрям - до найвіддаленішого і несприятливо розташованого газового приладу. Розрахунковий напрям поділяють на розрахункові ділянки і визначають їх довжину.

Розрахункові внутрішні діаметри газопроводів визначають гідравлічним розрахунком за умови забезпечення безперебійного постачання газу всім споживачам у часи максимального споживання газу [11, додаток Г]. За розрахунковими витратами газу на окремих ділянках визначають діаметри труб, виходячи з умови, що загальна сума втрат тиску, з врахуванням гідростатичного тиску, не повинна перевищувати допустимого перепаду тиску, який складає для газопроводу-вводу та внутрішніх газопроводів – 600 Па [11, додаток Г, п.Г.5]. Діаметри підведень до газових приладів приймають за

паспортними даними обладнання, виходячи з умови, що діаметр підведення до газової плити 15 мм.

Для окремих житлових та громадських будинків розрахункові годинні витрати газу, м³/год, визначають за сумою номінальних витрат газу газовими приладами з урахуванням коефіцієнтів одночасності їх дії за формулою:

$$Q_d^h = K_{sim} \cdot q_{nom} \cdot n, \quad (6)$$

де K_{sim} - коефіцієнт одночасної дії для однотипних приладів [5, табл.5.7; 10, табл.5.3; 11, додаток В]; n - кількість квартир, шт.; q_{nom} - номінальні витрати газу приладом або групою приладів, м³/год, які приймають за паспортними даними приладів [5, табл.5.3; 10, табл.5.1].

Вимоги щодо проектування і розрахунку внутрішніх систем газопостачання наведені в [5, с.229-246; 9, с.325-338; 10, с.292-308; 11].

Проектування і розрахунок внутрішніх водостоків будинку

Внутрішні водостоки повинні забезпечувати відведення дощових і талих вод з покрівель будівель і споруд, а також відведення води з технічних поверхів висотних будівель умовною висотою 73,5-100 м при гасінні пожеж [1, п.22.1.1].

Внутрішні водостоки складаються з таких основних елементів: водостічних воронок, відвідних трубопроводів (стояків, підвісних або підпільних колекторів, випусків) і пристроїв для огляду та прочищення (ревізій, прочисток, оглядових колодязів). Воду з внутрішніх водостоків відводять на вимощення будинків (відкриті випуски) або в мережі дощової чи загальносплавної каналізації (закриті випуски). Відведення води з системи внутрішніх водостоків в мережу побутової каналізації заборонено.

На відкритих випусках водостоків для запобігання надходженню в зимовий період охолодженого повітря і промерзанню водостоків встановлюють гідрозатвори, які при експлуатації вимагають значно більшої уваги, ніж решта елементів системи. Гідрозатвори висотою 100 мм встановлюють

в приміщеннях з температурою не нижче 5° С. Відкритий випуск в місці перетину із зовнішньою стіною повинен мати ізоляцію, а отвір з внутрішньої та зовнішньої сторін необхідно заштукатурити цементним розчином.

Водостічні воронки розташовують на покрівлі з урахуванням її рельєфу, площі водозбору, що припадає на одну воронку, і конструкції будівлі або споруди. Цю площу визначають за розрахунком залежно від розрахункових витрат дощових вод, л/с, за формулою:

$$Q_{pd} = k_R \cdot F \cdot r, \quad (7)$$

де k_R - коефіцієнт ризику, який визначають за [1, табл.18; 5, табл.4.36]; F - водозбірна площа (з додаткових врахуванням 30% сумарної площі вертикальних стін, які прилягають до покрівлі та підняті над нею), м²; r - мінімальна розрахункова інтенсивність дощу, л/(с·м²), для даної місцевості, яку визначають за формулою:

$$r = K \cdot q_{20} / 10000, \quad (8)$$

де q_{20} - інтенсивність дощу, л/с з 1 га, (для даної місцевості), тривалістю 20 хв. при періоді одноразового перевищення розрахункової інтенсивності $P = 1$ рік [12, табл. А1]; K - коефіцієнт, що враховує збільшення стоку за умови збільшення інтенсивності дощу тривалістю менше 20 хв., визначають за [1, рис.1] залежно від параметрів n та B ; n - параметр, який приймають за правилами влаштування зовнішніх мереж і споруд [12, табл. А1]; B - параметр, який визначають за формулою:

$$B = \frac{L^2}{i \cdot q_{20}^{1,5}}, \quad (9)$$

де i - середній нахил поверхні покрівлі; L - довжина шляху руху дощової води поверхнею від гребня (вододілу) до розжолобка (жолоба), м.

Розрахункова витрата дощових вод на один водостічний стояк не повинна перевищувати величин, наведених у [1, табл.17].

Водостічні стояки розташовують поза межами житлових квартир та інших приміщень із можливістю вільного доступу.

Для внутрішніх водостоків використовують труби із полімерних матеріалів, чавунні труби, сталеві труби із

зовнішнім і внутрішнім антикорозійним покриттям.

Вимоги щодо проектування і розрахунку внутрішніх водостоків будинку наведені в [1, п.22; 5, ст.220-226; 9, ст.244-247; 10, ст.213-219].

Визначення втрат тепла в приміщеннях і будівлі в цілому. Проектування (трасування, схема) системи водяного опалення

При визначенні проектних теплових навантажень системи опалення для приміщення та будівлі в цілому слід враховувати такі складові [16, 17]:

- 1.Трансмісійні втрати тепла опалюваними приміщеннями через зовнішні будівельні конструкції огороження, що контактують із зовнішнім повітрям.
- 2.Трансмісійні втрати тепла опалюваними приміщеннями через неопалювані приміщення.
- 3.Трансмісійні втрати тепла опалюваними приміщеннями через конструкцію підлоги і ґрунт.
- 4.Трансмісійні втрати тепла опалюваними приміщеннями до приміщень із нижчою розрахунковою температурою.
- 5.Вентиляційні втрати тепла на нагрівання інфільтраційного повітря в опалюваних приміщеннях будівлі, за винятком теплоти, що передана з повітрям усередині будівлі.
- 6.Компенсаційну теплову потужність в опалюваних приміщеннях будівлі при періодичному режимі роботи системи опалення.

Проектне теплове навантаження системи опалення, Вт, визначають за формулою:

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}, \quad (10)$$

де $\Phi_{T,i}$ - трансмісійні втрати тепла через конструкції огороження приміщення, Вт; $\Phi_{V,i}$ - вентиляційні втрати тепла на нагрівання інфільтраційного повітря, що надходить у приміщення, Вт; $\Phi_{RH,i}$ - додаткова компенсаційна теплова потужність для системи періодичного опалення, яка враховує ефект тимчасовості обігрівання

приміщення, Вт.

Детальніше про визначення теплової потужності в системі опалення наведено в [16,17]. Всі розрахунки здійснюють відповідно до [16].

Основні задачі проектування системи опалення:

- розміщення на планах будинку опалювальних приладів, стояків, магістральних трубопроводів, запірно-регулювальної арматури;
- вибір схеми приєднання системи опалення до теплової мережі, способу прокладання трубопроводів, видалення повітря, компенсації теплового видовження та ізоляції труб;
- побудова схеми системи опалення та підготування її до гідравлічного розрахунку.

Опалювальні прилади розміщують переважно під вікнами із забезпеченням доступу для огляду, ремонту та очищення. В сходових клітках опалювальні прилади розміщують на першому поверсі так, аби вони не заважали руху людей. Заборонено розміщувати опалювальні прилади в тамбурах сходових кліток із зовнішніми дверима.

На підведеннях до опалювальних приладів передбачають автоматичні терморегулятори. На подавальному підведенні опалювального приладу встановлюють прохідні або триходові термостатичні клапани, а на зворотному, за необхідності, – вентилі з функцією попереднього настроювання. На підведеннях до опалювальних приладів сходових кліток автоматичні терморегулятори не встановлюють.

В системах опалення передбачене відкрите (металеві) і приховане (металеві, полімерні) прокладання трубопроводів.

Влаштування системи опалення слід здійснювати згідно з вимогами [18, п.6].

На плані підвалу будинку передбачають приміщення з окремим входом під індивідуальний тепловий пункт, де розміщують вузли обліку та приготування теплоносія.

На кресленні подавальні трубопроводи позначають Т1, зворотні – Т2. Усі труби, прокладені горищем та підвалом,

беруть у теплову ізоляцію, яку на кресленні позначають тонкою хвилястою лінією.

На схему системи опалення наносять опалювальні прилади, арматуру, обладнання, позначають та нумерують усі стояки і трубопроводи, вказують місця перетину з будівельними конструкціями. На схемі вказують діаметри, які проставляють після гідравлічного розрахунку, та довжини ділянок трубопроводів, відмітки: підлоги підвалу, входу та виходу тепломережі, магістральних трубопроводів, підлоги поверхів. Вказують також напрямок та величину похилу трубопроводів, запірну та запобіжну арматуру.

Гідравлічний розрахунок системи водяного опалення проводять за законами гідравліки. Розрахунок полягає в тому, що при установленому русі води діюча в системі різниця тисків (насосного або природного) повністю витрачається на подолання опору руху (тертя теплоносія об стінки трубопроводу і місцеві опори). За результатами гідравлічного розрахунку здійснюють вибір діаметру труб d , мм, який забезпечує за наявного перепаду тиску в системі опалення Δp_{co} , Па, пропуск заданих витрат теплоносія G , кг/год. Перед гідравлічним розрахунком викреслюють просторову схему системи опалення в аксонометричній проекції.

Вимоги щодо гідравлічного розрахунку вертикальних систем опалення та їх схеми наведені в [13, ст.33-58, 87-94], вимоги щодо гідравлічного розрахунку горизонтальних систем опалення та їх схеми наведені в [13, ст.59-86, 95-114; 14, ст. 176-195]. Вимоги щодо проектування підлогового опалення наведені в [15].

Проектування (визначення місця розташування каналів природної вентиляції, побудова схеми вентканалів) системи природної вентиляції будинку

Вентиляція приміщень житлових будівель призначена для видалення надлишків тепла, вологи, вуглекислого газу, які виділяються людьми, та інших шкідливих виділень у результаті

процесів приготування страви тощо. За чинними нормами в цих будівлях влаштовують витяжну вентиляцію з верхньої зони приміщень кухонь, санітарних вузлів, ванних і душових кімнат, а в деяких випадках і житлових кімнат. Надходження повітря відбувається неорганізовано через квартирки і нещільності в зовнішніх конструкціях огороження. Вентиляцію передбачають з природним спонуканням.

Повітрообмін в приміщеннях житлових будівель приймають згідно з [19, табл.2].

Схема повітрообміну в житлових будівлях така: зовнішнє повітря надходить безпосередньо в житлові приміщення, а видаляється через витяжні канали кухонь та санвузлів. Вважають, що радіус дії природної витяжної вентиляції не перевищує 8 м, тому в квартирах із чотирьох і більше кімнат передбачають витяжні канали в житлових кімнатах, за винятком найближчих до кухні.

В гуртожитках і готелях витяжну вентиляцію влаштовують в спальних кімнатах, санвузлах і підсобних приміщеннях, крім вестибюлів та складових кімнат. В готелях підвищеної категорії рекомендовано влаштовувати подачу повітря у верхню зону житлових приміщень санвузлів і ванних кімнат.

Витяжні вентиляційні канали проектують у внутрішніх стінах будинку або такими, що примикають до них. Не допускається розміщувати вентиляційні канали у зовнішніх стінах. Допускають примикання до зовнішньої стіни вентиляційних каналів з кухні за умови, що ділянка зовнішньої стіни, до якої примикають канали, виготовлена з термічним опором, що перевищує величину мінімального опору теплопередачі, регламентованого [20] для житлових будинків, на 20% [19, п.7.34]. Ділянки витяжних каналів, що прокладені над покрівлею, на горищі, а також поблизу охолоджуваної поверхні зовнішніх стін, потрібно проектувати з тепловою ізоляцією, що виключає утворення конденсату за відносної вологості витяжного повітря до 70%.

Мінімально допустимий розмір вентиляційних каналів у цегляних стінах $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ цеглини (140x140 мм). Відстань між

суміжними каналами та між каналами і поверхнею стін повинна бути не менше $\frac{1}{2}$ цеглини (140 мм). Мінімальний розмір приставних повітропроводів із блоків або плит становить 100x150 мм. У приміщеннях із нормальною вологістю приставні канали виконують з гіпсошлакових або гіпсоволокнистих плит, а при підвищеній волозі – із шлакобетонних або бетонних плит товщиною 35-40 мм. У сучасних панельних будівлях вентиляційні канали виготовляють у вигляді спеціальних блоків або панелей із бетону, залізобетону тощо. Форма перерізу каналів кругла як найраціональніша.

Витяжні вентиляційні блоки та повітропроводи виготовляють з негорючих матеріалів. Місця проходу повітропроводів через стіни, перегородки, перекриття будинків загерметизовують негорючими матеріалами, які забезпечують нормовану межу вогнестійкості огороження.

Конструкція вентиляційних блоків повинна забезпечувати цілісність стінок, що розділяють канали (відсутність у них наскрізних каверн, тріщин). Технологія монтажу вентиляційних блоків повинна передбачати можливість герметизації їх міжповерхових стиків. Герметичність вентиляційної мережі має особливе значення для природної витяжної вентиляції. Наявність нещільностей призводить не тільки до надлишкового повітрообміну у квартирах нижніх поверхів багатопверхових будинків, але і до надходження через них забрудненого повітря зі збірного каналу у квартири верхніх поверхів. Горизонтальний стик вентиляційних блоків повинен виключати можливість перетікання повітря нещільностями з одного каналу в інший.

Витяжні вентиляційні системи закінчують вентиляційними шахтами з металевим зонтом, або, з метою використання сил вітру, дефлектором. Викидання повітря над покрівлею потрібно здійснювати в місцях, де виключено виникнення зон вітрового підпору. Висоту вентиляційних шахт над покрівлею будівлі визначають згідно з вимогами [18, п. 7.3.10].

Мета аеродинамічного розрахунку системи природної вентиляції – визначення природного тиску і розрахунок повітропроводів.

Основи проектування та розрахунку вентиляційних систем будинку наведені в [5, с. 297-463; 10; ст.318-400; 18, п.7].

Теми для самостійної роботи

Найменування теми	Література
1. Вимоги до систем внутрішнього водопроводу в особливих природних і кліматичних умовах	[1]
2. Вимоги до проектування санітарно-технічних приладів і обладнання для прийому стічних вод	[1,5,9,10]
3. Особливості проектування систем гарячого водопостачання	[1,5,9,10]
4. Протипожежне водопостачання	[1-5,9,10]
5. Проектування сміттєпроводів у житлових будинках	[9,10,21]
6. Електропостачання житлових будинків	[9,26]
7. Арматура і обладнання систем внутрішнього газопостачання	[5,9,10,11]
8. Обладнання систем механічної вентиляції	[5,9,10]
9. Системи кондиціювання повітря	[9,10,18]
10. Складання енергетичного паспорту будівлі	[20]
11. Етапи проведення енергетичного аудиту будівель	[22]
12. Методичні засади проведення оцінки відповідності будівель за енергетичними вимогами	[23]
13. Термо модернізація житлових будинків	[24]
14. Енергетичний сертифікат будівлі	[25]

Література

1. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Ч. II. Будівництво (зі зміною № 1). [Чинний від 2013-03-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013.
2. ДСТУ Б EN 12845:2011. Стаціонарні системи пожежегасіння. Автоматичні спринклерні системи. Проектування, монтування та технічне обслуговування (EN 12845:2004 + A2:2009, IDT). [Чинний від 2012-06-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2012.
3. ДСТУ Б CEN/TS 14816:2013. Стаціонарні системи пожежегасіння. Дренчерні системи. Проектування, монтування та технічне обслуговування (CEN/NS 14816:2008, IDT). [Чинний від 2014-04-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013.
4. ДБН В.2.5-56:2014. Системи протипожежного захисту (зі зміною №1). [Чинний від 2015-07-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2015.
5. Кравченко В.С., Проценко С.Б., Кравченко Н.В. Розрахунок систем інженерного обладнання будівель : Навчальний посібник. Рівне, 2015. 496 с.
6. ДСТУ Б А.2.4-1:2009. Умовні зображення та умовні позначки трубопроводів та їх елементів. [Чинний від 2010-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2009.
7. ДСТУ Б А.2.4-32:2008. Водопровід і каналізація. Робочі креслення. [Чинний від 2010-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2009.
8. ДСТУ Б А.2.4-8:2009. Умовні зображення та умовні позначки елементів санітарно-технічних систем. [Чинний від 2010-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2009.
9. Кравченко В.С., Саблій Л.А., Давидчук В.І., Кравченко Н.В. Інженерне обладнання будівель : Підручник / За ред. В.С. Кравченка. Київ : «Видавничий дім «Професіонал», 2008. 480 с.
10. Кравченко В.С., Саблій Л.А., Зінич П.Л. Санітарно-технічне обладнання будинків : Підручник. Київ : Кондор, 2007. 458 с.
11. ДБН В.2.5-20:2018. Газопостачання. [Чинний від 2019-07-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019.

12. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування (зі зміною №1). [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013.
13. Покотилів В.В. Системи водяного опалення : посібник. Вена, фірма «HERZ Armaturen», 2008. 160 с.
14. Любарець О. П., Зайцев О. М., Любарець В. О. Проектування систем водяного опалення : посібник. Відень-Київ-Сімферополь, 2010. 200 с.
15. Отопление и охлаждение помещения поверхностью пола, стен и потолка : пособие. фірма «HERZ Armaturen». 56 с.
16. ДСТУ EN 12831-1:2017. Енергоефективність будівель. Метод розрахунку проектного теплового навантаження. Частина 1. Теплове навантаження, Модуль М3-3 (EN 12831-1:2017, IDT). [Чинний від 2017-12-15]. Вид. офіц. Київ, 2017.
17. Любарець О.П., Верещинський П., Сеньковський К., Куно Г.В. Теплова потужність систем опалення : Довідник з методики розрахунку у програмі Auditor-OZC 6.9. Київ : Представництво фірми КАН в Україні - ТОВ КАН, 2016. 31 с.
18. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013.
19. ДБН В.2.2.-15:2019. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. [Чинний від 2019-12-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019.
20. ДБН В.2.6-31:2016. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. [Чинний від 2017-05-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2016.
21. ДСТУ Б В.2.5-34:2007. Інженерне обладнання будинків і споруд. Сміттєпроводи житлових і громадських будинків. Загальні технічні умови. [Чинний від 2008-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2008.
22. ДСТУ Б В.2.2-39:2016. Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2016.
23. ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015. Енергетична ефективність будівель. Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель.

[Чинний від 2016-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2015.

24. ДСТУ-Н Б.3.2-3:2014. Настанова з виконання термомодернізації житлових будинків. [Чинний від 2015-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2015.

25. Про затвердження Порядку проведення сертифікації енергетичної ефективності та форми енергетичного сертифіката : Наказ Мінрегіону України від 11.07.2018 р. № 172. [Чинний від 2018-07-20]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018.

26. ДСТУ EN 50160:2014. Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності (EN 50160:2010, IDT). [Чинний від 2014-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінекономрозвитку України, 2014.